

Teknosia

Jurnal Ilmiah Bidang Sains - Teknologi
Murni Disiplin dan Antar Disiplin

ISSN No. : 1978 - 8819

Vol. II, No. 9, Tahun V, September 2011

- Penerapan Metode Item Response Theory Three Parameter, dalam Tes Potensi Akademik Berbasis Cat (Computer Adaptive Test) 1
Oleh Desi Andreswari, Staf Pengajar Teknik Informatika, UNIB
- Perbandingan Kuat Tekan Beton Percobaan dan Teoritis Akibat Penambahan Air pada Beton dengan Campuran Abu Kulit Kerang dan Abu Sekam Padi 7
Oleh Fepy Supriani, Staf pengajar Teknik Sipil UNIB
- Studi Keausan Tepi pahat Pada Proses Gurdi Menggunakan Analisis Statistik. 17
Oleh Zuliantoni, Staf Pengajar Teknik Mesin UNIB
- Studi Eksperimental Perbandingan Efektifitas Cooling Water dengan Menggunakan Fill dan Tanpa Fill terhadap Pengaruh Variasi Temperatur Masukan 28
Oleh Angky Puspawan, Staf Pengajar Teknik Mesin UNIB
- Analisis Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi Berdasarkan Persepsi Perusahaan Konstruksi di Kota Bengkulu 40
Oleh Muhammad Fauzi, Staf Pengajar Teknik Sipil UNIB
- Analisis Pengaruh Pemotongan Silinder Sirkular (Tipe-D) Terhadap Nilai Koefisien Drag Dengan Menggunakan Program Fluent 6.2.16 57
Oleh Helmizar, Staf Pengajar Teknik Mesin UNIB
- Kajian Kebutuhan Air Baku untuk Domestik di PDAM Tirta Manna Bengkulu Selatan 70
Oleh Khairul Amri, Staf Pengajar Teknik SIPIL UNIB
- Model Pengeringan Ikan Efek Rumah Kaca dengan Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan 77
Oleh M. Syaiful, Staf Pengajar Teknik Mesin UNIB

Diterbitkan Oleh :

Fakultas Teknik - Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123
Telp. : (0376) 21170, 344067 Fax. : (0376) 22105 E-mail: teknosia@yahoo.com

STUDI EKSPERIMENTAL PERBANDINGAN EFEKTIFITAS COOLING WATER DENGAN MENGGUNAKAN FILL DAN TANPA FILL TERHADAP PENGARUH VARIASI TEMPERATUR MASUKAN

Angky Puspawan, S.T., M.Eng.

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu, 38371 Telp. (0736) 21170, 344067

E-mail : angkypuspawan@yahoo.com

ABSTRACT

Cooling tower represent equipments used to degrade current temperature by permeating heat of water and discharging to atmosfir. Water temperature and air low output than water temperature and air input of cooling tower. In usage of cooling tower industry, especially Power Plant Of Heating Earth degrading hot water temperature of liquefier before hypodermic to earth. Ability of cooling tower we can give attention to effectivity value and is fast absorb heat to environment. Effectivity value and is fast absorb heat systems of cooling tower obtained by conducting calculation to temperature datas of inlet, temperature of out, wet ball temperature (Twb), temperature of fan, obtained of examination of tower cooling use fill and without using fill. Effectivity value of cooling tower use lower with fill than without fill, where effectivity value of cooling tower using fill is 53,62% at temperature 80°C, and effectivity value of cooling tower is 87,24% without using fill at temperature 80°C. Fast value of obtained kalor at tower cooling without using fill equal to 3,14 kW at temperature of inlet 80°C, while fast value of absorbent by kalor at cooling tower use fill equal to 2,68 kW at temperature of inlet 80°C.

Key words : Cooling Tower, Effectivity, Absorbent by Heat

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu jenis pendingin yang dipakai pada sebagian besar mesin-mesin yang beroperasi di industri-industri, seperti: Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi (PLTP). Untuk menjaga supaya air tetap dingin maka sistem pembangkit tenaga panas bumi tersebut memakai *cooling tower*. *Cooling tower* merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan temperatur aliran air dengan cara menyerap panas dari air dan melepaskannya ke atmosfir. *Cooling tower* menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak yang selanjutnya dilepaskan ke atmosfir. Hasil dari pembuangan panas yang terjadi akan menghasilkan air dengan

temperatur rendah.

Melihat peranan penting *cooling tower* pada industri maka dilakukan pengujian *cooling tower* untuk mengetahui kemampuan (efektifitas) dari *cooling tower* dan nilai laju kalor yang diserap yaitu dengan merancang dan membuat satu sistim alat uji *cooling tower* skala laboratorium, sehingga pada akhirnya dapat diaplikasikan di dunia industri.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Cooling Tower

Cooling tower suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan suhu aliran air dengan cara mengontakkannya dengan udara dan menguapkan sebagian air tersebut

sehingga
perpindahan
dan udara
daripada te
masuk. S
tower dalam
semakin ren

2.2 Jenis - j

a. Cooling T

Cooli

menggunaka
udara ambie
dibagian dal
mengalir ke
panas akan
disalurkan k

masuk di bag
dan disana h
panas yang
Kontruksi b
dinding tow
mencapai 20
kebanyakan
panas yang b
besar cukup

Terda
tower natura

• Cooling

(gambar 2
air yang j
diluair coo

• Cooling To

(gambar 2
yang jatu
pengisi te

sehingga terjadi proses kombinasi perpindahan kalor dan massa. Temperatur air dan udara pada keluaran lebih rendah daripada temperatur air dan udara pada masukan. Semakin bagus kinerja *cooling tower* dalam arti temperatur keluaran air semakin rendah.

2.2 Jenis - jenis *Cooling Tower*

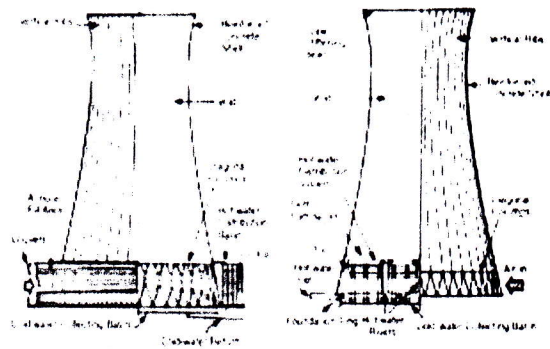
a. *Cooling Tower* jenis *natural draft*

Cooling Tower jenis *natural draft* menggunakan perbedaan temperatur antara udara ambien dan udara yang lebih panas dibagian dalam *tower*. Begitu udara panas mengalir ke atas melalui *tower* (sebab udara panas akan naik), udara segar yang dingin disalurkan ke *tower* melalui saluran udara masuk di bagian bawah. Tidak diperlukan *fan* dan disana hampir tidak ada sirkulasi udara panas yang dapat mempengaruhi kinerja. Kontruksi beton banyak digunakan untuk dinding *tower* dengan ketinggian hingga mencapai 200 m. *Cooling tower* tersebut kebanyakan hanya digunakan untuk jumlah panas yang besar sebab struktur beton yang besar cukup mahal.

Terdapat dua jenis utama *cooling tower* *natural draft*:

- *Cooling Tower* dengan aliran *crossflow* (gambar 2.1a): udara dialirkan melintasi air yang jatuh dan bahan pengisi berada diluar *cooling tower*.
- *Cooling Tower* dengan aliran *counterflow* (gambar 2.1b): udara dihisap melalui air yang jatuh dan oleh karena itu bahan pengisi terletak dibagian dalam *cooling*

tower, walaupun desain tergantung pada kondisi tempat yang spesifik.



Gambar 2.1 a. *Cooling Tower* aliran *crossflow* b. *Cooling Tower* aliran *counterflow*

a. *Cooling Tower Draft Mekanik*

Cooling tower draft mekanik memiliki *fan* yang besar untuk mendorong atau mengalirkan udara melalui air yang disirkulasi. Air jatuh turun diatas permukaan bahan pengisi, yang membantu untuk meningkatkan waktu kontak antara air dan udara. Hal ini membantu dalam memaksimalkan perpindahan panas diantara keduanya. Laju pendinginan *cooling tower draft* mekanis tergantung pada banyak parameter seperti diameter *fan*, kecepatan operasi dan bahan pengisi untuk tahanan sistim. *Cooling tower draft* mekanik tersedia dalam *range* kapasitas yang besar. *Cooling tower* tersedia dalam bentuk rakitan pabrik atau didirikan dilapangan. Sebagai contoh *cooling tower* beton hanya bisa dibuat dilapangan. Banyak *cooling tower* telah dibangun dan dapat digabungkan untuk mendapatkan kapasitas yang dikehendaki. Jadi *cooling tower* merupakan rakitan dari dua atau lebih *cooling tower* individu atau

“sel”. Jumlah sel yang mereka miliki, misalnya suatu *cooling tower* delapan sel, dinamakan sesuai dengan jumlah selnya. *Cooling tower* dengan jumlah sel banyak, dapat berupa garis lurus, segi empat, atau bundar tergantung pada bentuk individu sel dan tempat saluran udara masuk ditempatkan pada sisi atau dibawah sel.

Ciri-ciri berbagai jenis *cooling tower* *draft* mekanik (berdasarkan pada aliran)

1. *Cooling Tower Forced Draft*

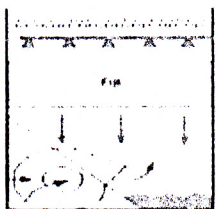
Pada *cooling tower* jenis ini udara dihembuskan ke *tower* oleh sebuah *fan* yang terletak pada saluran udara masuk.

➤ Keuntungan

Cocok untuk resistansi udara yang tinggi karena adanya *fan* dengan *blower* sentrifugal dan *fan* relatif tidak berisik.

➤ Kerugian

Resirkulasi karena kecepatan udara masuk yang tinggi dan udara keluar yang rendah, yang dapat diselesaikan dengan menempatkan *cooling tower* di ruangan pabrik digabung dengan saluran pembuangan. *Cooling Tower Forced Draft* dapat dilihat pada gambar 2.2 seperti di bawah ini.



Gambar 2.2 *Cooling Tower Forced Draft*

2. *Cooling Tower Induced Draft*

Pada *cooling tower* jenis ini air masuk

pada puncak dan melewati bahan pengisi. Udara masuk dari salah satu sisi (*cooling tower* aliran tunggal) atau pada sisi yang berlawanan (*cooling tower* aliran ganda). *Fan induced draft* mengalirkan udara melintasi bahan pengisi menuju saluran keluar pada puncak *cooling tower*.

➤ Keuntungan

Lebih sedikit resirkulasi daripada *cooling tower forced draft* sebab kecepatan keluarnya 3 hingga 4 kali lebih tinggi daripada udara masuk.

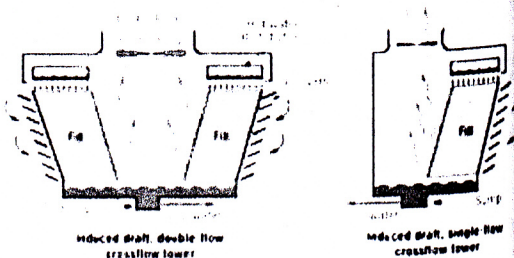
➤ Kerugian

Fan dan mekanisme penggerak motor dibutuhkan yang tahan cuaca terhadap embun dan korosi sebab mereka berada pada jalur udara keluar yang lembab.

Tipe *induced draft* dibedakan lagi menjadi dua yaitu :

a. *Cross flow*

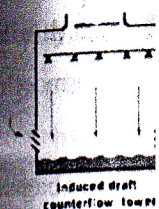
Merupakan *cooling tower* yang mempunyai arah dari aliran udara dan air saling tegak lurus. Udara mengalir lewat samping dari air yang jatuh ke bawah. Gambar 2.3 di bawah ini adalah *Cooling tower type induced draft* dengan aliran melintang.



Gambar 2.3. *Cooling tower type induced draft* dengan aliran melintang

a. *Counter*

Pada dindinginkan arah aliran Udara yang d vertikal ke dindinginkan



Gambar 2.4

2.3 Komponen

Komponen meliputi rangkaian, kolom, saluran masuk, Kesemuanya

1. Rangka dan

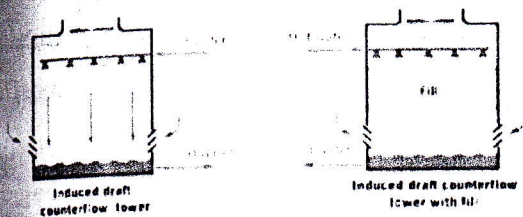
Hampir berstruktur (wadah/casing) lainnya. Dengan seperti unit menjadi rang

2. *Cooling Tower*

Meskipun sering dikatakan tempat terjadinya. Pendapat ini perpindahan

a. Counter flow

Pada *cooling tower* tipe ini air didinginkan dalam arah berlawanan dengan arah aliran udara didalam *cooling tower*. Udara yang ditarik oleh *fan* mempunyai arah vertikal ke atas sedangkan air yang didinginkan mengalir jatuh ke bawah.



Gambar 2.4 *Cooling tower type induced draft dengan aliran berlawanan*

2.3 Komponen Cooling Tower

Komponen dasar sebuah *cooling tower* meliputi rangka dan wadah, *Cooling Tower fill*, kolam air dingin, *eliminator* aliran, saluran masuk udara, *louvers*, *nozzle* dan *fan*. Kesemuanya dijelaskan dibawah.

1. Rangka dan wadah.

Hampir semua *tower* memiliki rangka berstruktur yang menunjang tutup luar (wadah/*casing*), motor, *fan*, dan komponen lainnya. Dengan rancangan yang lebih kecil, seperti unit *fiberglass*, wadahnya dapat menjadi rangka.

2. Cooling Tower fill

Meskipun *fill* pada *cooling tower* sering dikatakan sebagai permukaan kontak tempat terjadinya perpindahan panas. Pendapat ini tidaklah benar karna permukaan perpindahan panas tersebut terjadi pada air

itu sendiri . *Fill* pada *Cooling Tower* berfungsi untuk memperlambat jatuhnya air sehingga kontak dengan udara yang mengalir dapat di perlama guna untuk meningkatkan laju perpindahan panas. Jumlah perpindahan panas dapat diukur dan tergantung pada kontak antara udara dan air.

Hampir seluruh *cooling tower* menggunakan bahan pengisi (terbuat dari plastik atau kayu) untuk memfasilitasi perpindahan panas dengan memaksimalkan kontak udara dan air. Terdapat dua jenis bahan pengisi :

- Bahan pengisi berbentuk percikan/*splash fill*. Air jatuh diatas lapisan yang berurut dari batang pemercik horisontal, secara terus menerus pecah menjadi tetesan yang lebih kecil, sambil membasahi permukaan bahan pengisi. Bahan pengisi percikan dari plastik memberikan perpindahan panas yang lebih baik daripada bahan pengisi percikan dari kayu.
- Bahan pengisi berbentuk *film*. Bahan ini terdiri dari permukaan plastik tipis dengan jarak yang berdekatan dimana diatasnya terdapat semprotan air, membentuk lapisan *film* yang tipis dan melakukan kontak dengan udara. Permukaannya dapat berbentuk datar, bergelombang, berlekuk, atau pola lainnya. Jenis bahan pengisi film lebih efisien dan memberi perpindahan panas yang sama dalam volume yang lebih kecil

daripada bahan pengisi jenis *splash*.

3. Kolam air dingin

Kolam air dingin terletak pada atau dekat bagian bawah *cooling tower* dan menerima air dingin yang mengalir turun melalui *cooling tower* dan bahan pengisi. Kolam biasanya memiliki sebuah lubang atau titik terendah untuk pengeluaran air dingin. Dalam beberapa desain, kolam air dingin berada dibagian bawah seluruh bahan pengisi. Pada beberapa desain aliran yang berlawanan arah pada *forced draft*, air dibagian bawah bahan pengisi disalurkan ke bak yang berbentuk lingkaran yang berfungsi sebagai kolam air dingin. Sudu-sudu *fan* dipasang dibawah bahan pengisi untuk meniup udara naik melalui *tower*. Dengan desain ini, *tower* dipasang pada landasannya, memberikan kemudahan akses bagi *fan* dan motornya.

4. Drift eliminators

Alat ini menangkap tetesan air yang terjebak dalam aliran udara supaya tidak hilang ke atmosfer.

5. Air intake

Alat ini merupakan titik masuk bagi udara menuju *cooling tower*. Saluran masuk bisa berada pada seluruh sisi *cooling tower* (desain aliran melintang) atau berada dibagian bawah *cooling tower* (desain aliran berlawanan arah).

6. Louvers

Pada umumnya, *cooling tower* dengan aliran silang memiliki saluran masuk *louvers*. Kegunaan *louvers* adalah untuk menyamakan

aliran udara ke bahan pengisi dan menahan air dalam *cooling tower*. Beberapa desain *cooling tower* aliran berlawanan arah tidak memerlukan *louvers*.

2.4 Pengkajian terhadap Cooling Tower

2.4.1 Psikometrik

Psikometrik merupakan studi tentang sifat – sifat campuran udara dan uap air yang mempunyai arti penting dalam dunia pengkondisian udara, karena udara atmosfer tidak kering tetapi merupakan campuran antara udara dan uap air. Istilah dalam bagan *Psychometric Chart*

➤ *Dry bulb temperatur* (temperatur bola kering)

Temperatur tersebut dapat dibaca pada termometer dengan sensor kering dan terbuka. Tetapi pada penunjukannya tidak tepat karena adanya pengaruh radiasi panas, kecuali jika sensornya memperoleh ventilasi yang cukup baik.

➤ *Wet bulb temperatur* (temperatur bola basah)

Wet bulb temperatur adalah temperatur udara pada tekanan uap airnya sama dengan kapas atau kain yang tercelup dalam air (sebaiknya kapas tidak langsung kena dengan ujung termometer tetapi ada jarak antara kapas dan ujung termometer, untuk menghilangkan radiasi panas.), maka akan timbul penguapan disekitar sensor sehingga keadaan udara sekitar dapat dinyatakan pada tekanan jenuh dan terjadi proses penguapan pada temperatur yang bersangkutan.

➤ *Dew point temperatur* (titik embun)

Tempo
embun ke
didinginkan.
air maka can
didinginkan c
embun).

➤ *Relative*

Rasio z
air yang ada
parsial jenuh
kering tertent

➤ *Humandi*

Human
massa air yar
udara kering.

➤ *Entalpi* (h

Didefir
yang dimiliki
tertentu. Mal
dengan perbar
temperatur °C
energi kalor
memanaskan l
(dalam fasa ca
menguapnya n

1.4.2 Perpind Tower

Jika uda
basah maka ak
sensibel dan pa
Akibat perbeda
permukaan t
dipindahkan, p
dengan perpind
terdapat beda te

Temperatur pada kondisi uap, air mulai embun ketika campuran udara-air didinginkan. Untuk mengkondensasikan uap air maka campuran uap air dan udara harus didinginkan dahulu mencapai *dew point* (titik embun).

➤ *Relative humidity* (kelembaban relatif)

Rasio antara tekanan parsial aktual uap air yang ada dalam udara terhadap tekanan parsial jenuh uap air pada temperatur bola kering tertentu.

➤ *Humidity ratio* (rasio kelembaban)

Humidity ratio didefinisikan sebagai massa air yang terkandung dalam setiap kg udara kering.

➤ Entalpi (h)

Didefinisikan sebagai energi kalor yang dimiliki oleh suatu zat pada temperatur tertentu. Maka udara dari udara lembab dengan perbandingan kelembaban x pada temperatur $^{\circ}\text{C}$ didefinisikan sebagai sejumlah energi kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 kg udara kering dan x kg air (dalam fasa cair) dari 0°C sampai $t^{\circ}\text{C}$ dan menguapnya menjadi uap air (fasa gas).

1.4.2 Perpindahan Panas pada *Cooling Tower*

Jika udara melewati suatu permukaan basah maka akan terjadi perpindahan panas sensibel dan panas laten secara bersamaan. Akibat perbedaan temperatur udara dengan permukaan basah maka panas akan dipindahkan, perpindahan panas ini disebut dengan perpindahan panas sensibel. Bila terdapat beda tekanan parsial uap air di udara

dengan tekanan di air maka akan terjadi perpindahan massa, perpindahan massa ini menyebabkan terjadinya perpindahan energi panas, perpindahan panas ini disebut dengan perpindahan panas laten karena ada saat uap air mengembun maka panas laten harus dikeluarkan dari air tersebut. Pada *cooling tower* biasanya 80 % perpindahan panas disebabkan oleh perpindahan panas laten, dan 20 % oleh perpindahan panas sensibel.

2.4.3 Parameter pada *Cooling Tower*

Bagian ini menjelaskan tentang bagaimana kinerja tenaga pendinginan dapat dikaji. Kinerja *cooling tower* dievaluasi untuk mengkaji tingkat *approach* dan *range* saat ini terhadap nilai desain, mengidentifikasi area terjadinya pemborosan energi dan memberikan saran perbaikan. Selama evaluasi kinerja, peralatan pemantauan yang *portable* digunakan untuk mengukur parameter-parameter sebagai berikut. Seperti pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Parameter pada *cooling tower*

No.	Parameter dalam <i>cooling tower</i>	Parameter luar <i>cooling tower</i>
1.	Temperatur udara wet bulb	Temperatur udara keluar
2.	Temperatur udara dry bulb	Pembacaan listrik motor pompa dan fan
3.	Temperatur air masuk <i>cooling tower</i>	Laju alir air
4.	Temperatur air keluar <i>cooling tower</i>	Laju alir udara

Parameter terukur tersebut kemudian digunakan untuk menentukan kinerja *cooling tower* dengan beberapa cara yaitu :

a. *Range*

Range merupakan perbedaan antara temperatur air masuk dan keluar *cooling tower*. Range CT yang tinggi berarti bahwa *cooling tower* telah mampu menurunkan temperatur air secara efektif, dan kinerjanya bagus.

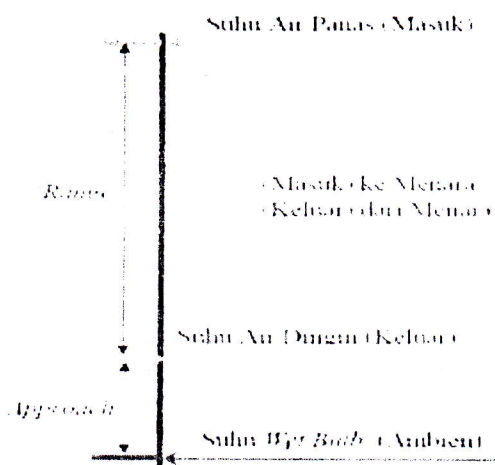
$$\text{Range CT} = (T_{in} - T_{out}) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

Range CT = Perbedaan temperatur air masuk dan keluar *cooling tower* (°C)

T_{in} = temperatur masuk *cooling tower* (°C)

T_{out} = temperatur keluar *cooling tower* (°C)



Gambar 2.5 Skala *range* dan *approach*

a. Approach

Merupakan perbedaan antara temperatur air dingin keluar *cooling tower* dan temperatur *wet bulb* ambien. Semakin rendah *approach* semakin baik kinerja *cooling tower*. Walaupun *range* dan *approach* harus dipantau '*approach*' merupakan indikator yang lebih baik untuk kinerja *cooling tower*. Rumusnya adalah :

$$\text{Approach CT} = (T_{out} - T_{wb}) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

Approach CT = selisih temperatur air dingin

keluar *cooling tower* dan temperatur *wet bulb* ambien (°C)

T_{out} = temperatur keluar *cooling tower* (°C)

T_{wb} = temperatur *wet bulb* (°C)

b. Efektivitas (ε)

Efektivitas merupakan perbandingan antara *range* dan *range* ideal (dalam persentase), yaitu perbedaan antara temperatur masuk air pendingin dan temperatur *wet bulb* ambien. Semakin tinggi perbandingan ini, maka semakin tinggi efektivitas *cooling tower*. Rumusnya adalah

$$\epsilon = \frac{\text{Range}}{\text{Range ideal}} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$\epsilon = \frac{\text{Range}}{\text{Range-approach}} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\epsilon = \frac{T_{in} - T_{out}}{T_{in} - T_{wb}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

ε = Efektivitas (%)

T_{out} = temperatur keluar *cooling tower* (°C)

T_{wb} = temperatur *wet bulb* (°C)

c. Menentukan laju kalor yang diserap

Dengan mengetahui kalor yang harus diserap oleh media pendingin dalam hal ini yaitu air sehingga dalam pemilihan *cooling tower* harus diperhatikan kemampuan *cooling tower* harus mampu menerima dan melepaskan kalor ke lingkungan. Untuk menghitung laju kalor yang diserap sebelumnya kita menghitung laju aliran massa air dengan cara .

$$\dot{m} = Q \times \rho$$

Rumus laju kalor sebesar :

$$q = \dot{m} \times c_{p_{air}} \times (T_{in_{air}} - T_{out_{air}}) \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

q = Laju kalor yang diserap (kW)

- ρ = Laju aliran massa (kg/s)
 $c_{p,air}$ = Specific heat air (kJ/kg.°C)
 Q = Debit air (m³/s)
 ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)

3. METODE PENELITIAN

3.4 Metode Penelitian

Dalam pembuatan Laporan beberapa metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan laporan ini antara lain adalah :

a. Studi literatur (referensi)

Studi literatur dilakukan dengan mencari referensi yang terkait.

b. Metode observasi (pengamatan)

Dengan mengamati dan mempelajari secara langsung objek alat uji. Menganalisa parameter yang diperlukan untuk hasil yang diinginkan.

3.5 Data yang Diambil

Data-data yang diambil selama percobaan dilakukan dalam penulisan Laporan ini adalah sebagai berikut :

T_{in} = Temperatur masuk *cooling tower* (°C)

T_{out} = Temperatur keluar *cooling tower* (°C)

T_{wb} = Temperatur *wet bulb* *cooling tower* (°C)

T_{fan} = Temperatur keluar melalui *fan cooling tower* (°C)

V_{fan} = Tegangan yang terpakai untuk *fan* (Volt)

Q = Debit air (m³/h)

3.6 Instalasi Pengujian

Dalam melakukan pengujian *cooling tower*, dilakukan dengan memanaskan air

dengan temperatur yang bervariasi dan fill *cooling tower*. Baik posisi fill didalam *cooling tower* sehingga kita bisa mendapatkan parameter lainnya

3.7 Alat – Alat yang Digunakan

1. Adaptor DC dengan beda tegangan 3 - 13,8 V

2. Termometer batang

3. Pompa air

4. *Fan* diameter 12 cm

3.9 Data-Data Lapangan

3.9.1 Spesifikasi *Cooling Tower*

Cooling tower

Permukaan Atas : 20 x 42 cm

Permukaan Bawah : 20 x 37 cm

Tinggi : 1 m

Buffer (Penyangga)

Permukaan Atas : 20 x 37 cm

Permukaan Bawah : 40 x 50 cm

Tinggi : 1 m

3.9.2 Spesifikasi Pompa

Merk AQUILA P3900

Beda Tegangan (V) : AC 220 – 240 V

Daya (P) : 43 W

Head max (H) : 2,5 m

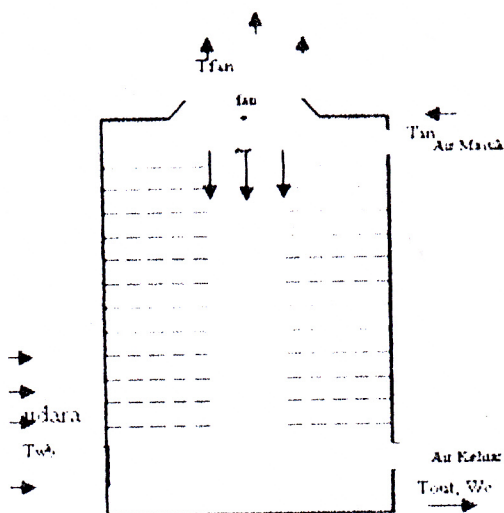
3.9.3 Spesifikasi *Fan*

Diameter (d) : 12 cm

Tegangan (V) : 12 Volt

3.9.4 Skema Titik Pengukuran *Cooling Tower*

Memudahkan dalam melihat data-data pengukuran dapat kita gambarkan letak titik-titik pengukuran *cooling tower*. Seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema Titik Pengukuran Cooling Tower

3.9.5 Prosedur Pengambilan Data Aktual

Langkah kerja untuk mendapatkan data parameter *cooling tower* antara lain:

- Memeriksa kondisi *cooling tower* dan alat ukur temperatur,
- Melakukan pemanasan air dengan menggunakan *heater* serta memperhatikan temperatur air dalam wadah penampung air.
- Memasukkan pompa ke dalam air yang sudah panas, sesuai dengan temperatur yang diperlukan.
- Mempersiapkan adaptor serta mengatur tegangan yang dipakai oleh *fan*
- Saat air dipompakan, secara bersamaan adaptor *fan* dihidupkan
- Memperhatikan temperatur pada setiap titik pengukuran *cooling tower*
- Mencatat hasil pengukuran

3.9.6 Data Aktual Hasil Pengamatan

Dalam pengujian *cooling tower*, didapat data dengan variasi temperatur dan pemakaian fill dalam *cooling tower*. Dapat

kita lihat dalam tabel 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, dan 3.8 di bawah ini.

a. Tabel 3.1 Data Aktual Pengujian Menggunakan Fill dan Temperatur 50°C

N o.	Pengujian/ perlak	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{mb} (°C)	T _{fan} (°C)	Voltage Fan	Debit (Q) (m ³ /s)
1.	Dengan fill	50	47	37	35	12	0.0000
2.	Tanpa fill	50	47	36	34	12	390
3.	Dengan fill	50	47	37	34	12	0.0000
Rerata		50	47	36.5	33	12	0.0000

b. Tabel 3.2 Data Aktual Pengujian Menggunakan Fill dan Temperatur 60°C

N o.	Pengujian/ perlak	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{mb} (°C)	T _{fan} (°C)	Voltage Fan	Debit (Q) (m ³ /s)
1.	Dengan fill	60	52	42	42	12	0.000
2.	Tanpa fill	60	53	40	41	12	0.433
3.	Dengan fill	60	53	40	41	12	0.000
Rerata		60	52.5	40.5	41.5	12	0.000

c. Tabel 3.3 Data Aktual Pengujian Menggunakan Fill dan Temperatur 70°C

N o.	Pengujian/ perlak	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{mb} (°C)	T _{fan} (°C)	Voltage Fan	Debit (Q) (m ³ /s)
1.	Dengan fill	70	60	46	48	12	0.000
2.	Tanpa fill	70	60	45	49	12	0.452
3.	Dengan fill	70	60	46	48	12	0.000
Rerata		70	60	45.5	48.5	12	0.000

d. Tabel 3.4 Data Aktual Pengujian Menggunakan Fill dan Temperatur 80°C

N o.	Pengujian/ perlak	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{mb} (°C)	T _{fan} (°C)	Voltage Fan	Debit (Q) (m ³ /s)
1.	Dengan fill	80	62	50	52	12	0.000
2.	Tanpa fill	80	65	50	51	12	0.396
3.	Dengan fill	80	65	50	49	12	0.000
Rerata		80	64	50	50.5	12	0.000

e. Tabel 3.5 Data Aktual Pengujian Tanpa Fill dan Temperatur 50°C

N o.	Pengujian/ perlak	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T _{mb} (°C)	T _{fan} (°C)	Voltage Fan	Debit (Q) (m ³ /s)
1.	Tanpa fill	50	44	39	38	12	0.000
2.	Tanpa fill	50	45	37	37	12	0.375
3.	Tanpa fill	50	44	36	38	12	0.000
Rerata		50	44.5	37.5	37.5	12	0.000

f. Tabel 3.6 dan Tem

N o.	Pengujian/ perlak
1.	Tanpa fill
2.	Tanpa fill
3.	Tanpa fill
Rerata	

g. Tabel 3.7 dan Tem

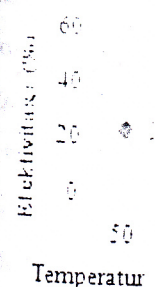
N o.	Pengujian/ perlak
1.	Tanpa fill
2.	Tanpa fill
3.	Tanpa fill
Rerata	

h. Tabel 3.8 dan Temp

N o.	Pengujian/ perlak
1.	Tanpa fill
2.	Tanpa fill
3.	Tanpa fill
Rerata	

4. HASIL DA

Untuk pembahasan *tower*, dibuat seperti Gambar 4.2 di bawah ini:



Gambar 4.2 Gra

Ma
Efe
Me

f. Tabel 3.6 Data Aktual Pengujian Tanpa *Fill* dan Temperatur 60°C

N _{o.}	Pengujian	T _{in} (°C)	T _o (°C)	T _{mb} (°C)	T _{fm} (°C)	Voltage (V _{eff})	Debit (Q) (m ³ /s)
1	Tanpa <i>fill</i>	60	52	43	42	12	0.000
2	<i>fill</i>	60	53	42	46	12	0.375
3	Tanpa <i>fill</i>	60	5	42	45	12	0.000
	<i>fill</i>		5		5		0.398
Rerata		60	52	42	44	12	0.000

g. Tabel 3.7 Data Aktual Pengujian Tanpa *Fill* dan Temperatur 70°C

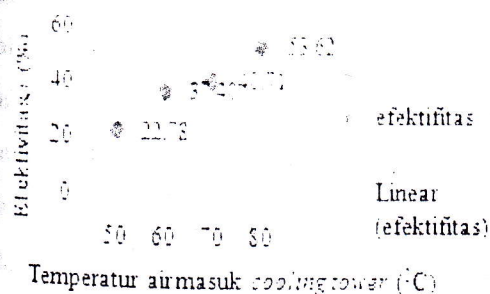
N _{o.}	Pengujian	T _{in} (°C)	T _o (°C)	T _{mb} (°C)	T _{fm} (°C)	Voltage (V _{eff})	Debit (Q) (m ³ /s)
1	Tanpa <i>fill</i>	7	58	52	54	12	0.000
2	<i>fill</i>	0	57	53	51	12	0.383
3	Tanpa <i>fill</i>	7	58	52	53	12	0.000
	<i>fill</i>	0					0.408
Rerata		7	57	52	52	12	0.000

h. Tabel 3.8 Data Aktual Pengujian Tanpa *Fill* dan Temperatur 80°C

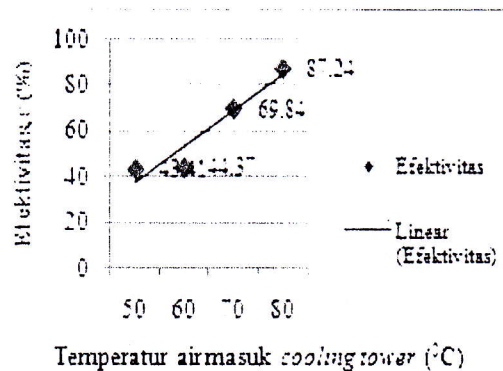
N _{o.}	Pengujian	T _{in} (°C)	T _o (°C)	T _{mb} (°C)	T _{fm} (°C)	Voltage (V _{eff})	Debit (Q) (m ³ /s)
1	Tanpa <i>fill</i>	8	59	58	59	12	0.000
2	<i>fill</i>	0	61	58	57	12	0.377
3	Tanpa <i>fill</i>	8	62	57	59	12	0.000
	<i>fill</i>	0		5			0.417
Rerata		8	60	57	58	12	0.000

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

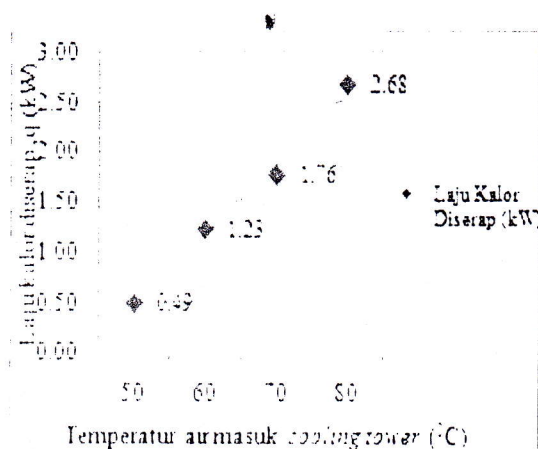
Untuk memudahkan dalam pembahasan hasil dari pengujian *cooling tower*, dibuat dalam bentuk beberapa grafik seperti Gambar 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5 yang di bawah ini:



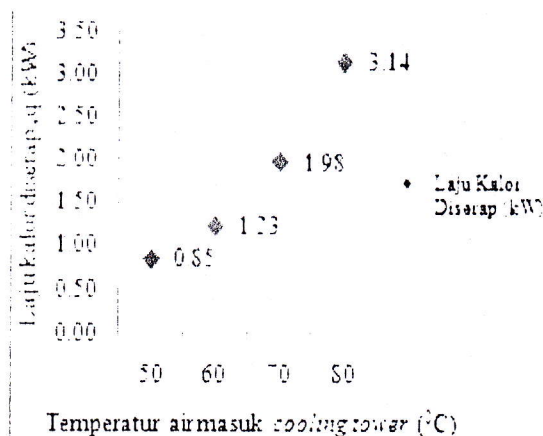
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Temperatur Air Masuk *Cooling Tower* terhadap Efektivitas *Cooling Tower* Menggunakan *Fill*



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Temperatur Air Masuk *Cooling Tower* terhadap Efektivitas *Cooling Tower* Tanpa Menggunakan *Fill*



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Temperatur Air Masuk *Cooling Tower* terhadap Laju Kalor Diserap *Cooling Tower* Menggunakan *Fill*



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Temperatur Air Masuk *Cooling Tower* terhadap Laju Kalor Diserap *Cooling Tower* tanpa Menggunakan *Fill*

4.2 Pembahasan

Dalam pengujian *Cooling Tower* yang dilakukan dengan variasi temperatur air masuk (50°C , 60°C , 70°C , 80°C) serta pemakaian *fill* dan tidak memakai *fill*. Pengambilan data yang dilakukan dengan melakukan percobaan sebanyak tiga kali pada setiap temperatur air yang masuk *Cooling Tower*. Kemudian diambil nilai rerata dari setiap data percobaan yang diperoleh. Rerata data yang diperoleh selanjutnya diplot dalam bentuk grafik untuk memudahkan dalam menganalisa kemampuan *cooling tower*.

Pada Gambar 4.2 grafik hubungan temperatur air masuk terhadap efektivitas *cooling tower* menggunakan *fill* didapatkan hasil bahwa semakin besar nilai temperatur air masuk akan mempengaruhi nilai efektivitas yang didapatkan semakin besar dengan kata lain berbanding lurus. Hal ini dikarenakan udara yang masuk melalui *air intake* pada sisi *cooling tower* ikut mempengaruhi temperatur udara di *cooling tower*. Dimana udara masuk terhambat oleh *fill* yang terpasang dalam *cooling tower*, sehingga akan berpengaruh terhadap nilai efektivitas *cooling tower*.

Sedangkan pada Gambar 4.3 grafik hubungan temperatur air masuk terhadap efektivitas *cooling tower* tanpa menggunakan *fill* didapatkan hasil bahwa semakin tinggi temperatur akan mempengaruhi nilai efektivitas yang didapatkan semakin besar dengan kata lain berbanding lurus, akan tetapi nilai efektivitas *cooling tower* tanpa

menggunakan *fill* memiliki nilai efektivitas lebih besar daripada efektivitas *cooling tower* menggunakan *fill*, dimana nilai efektivitas *cooling tower* menggunakan *fill* 53,62 % pada temperatur 80°C , sedangkan nilai efektivitas *cooling tower* tanpa menggunakan *fill* 87,24% pada temperatur 80°C . Demikian pula dengan temperatur air masuk *cooling tower* lainnya. Hal ini disebabkan oleh udara yang masuk melalui *air intake* tidak terhalang oleh *fill*, sehingga udara dalam *cooling tower* cepat diserap oleh *fan*.

Gambar 4.4 grafik hubungan temperatur air masuk terhadap laju kalor diserap *cooling tower* menggunakan *fill* menunjukkan adanya peningkatan temperatur air masuk *cooling tower* terhadap laju aliran kalor diserap. Hubungan temperatur air masuk *cooling tower* berbanding lurus dengan laju kalor diserap. Kalor yang akan diserap oleh *fan* terjebak didalam *cooling tower*, karena lubang *fill* yang kecil, sementara tidak ada pemasangan *air intake* diantara *fill* pada dinding *cooling tower*.

Gambar 4.5 grafik hubungan temperatur air masuk terhadap laju kalor diserap *cooling tower* tanpa menggunakan *fill* juga menunjukkan peningkatan temperatur air masuk *cooling tower* terhadap nilai laju kalor yang diserap dengan kata kata lain berbanding lurus. Namun nilai kalor diserap tanpa menggunakan *fill* lebih besar dari pada menggunakan *fill*. Hal ini dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan nilai

laju kalo
mengguna
temperatur
laju kalor
mengguna
temperatur

Perbe

laju kalor ya
mengunakan
gambar gra
disebabkan
cooling tow
mengakibatk
tower terhan
ukuran lubang
intake pada *co*
cooling tower
kalor yang ad
terhambat o
melepaskan k
bantuan *fan* d
cooling tower.
kita ketahui ni
yang diserap *co*
akan lebih keci
tanpa menggun

5. KESIMPUL

Dari urai
dilakukan mal
sebagai berikut:

1. Efektivitas ,
peningkatar
masuk atau b
2. Efektivitas

laju kalor pada *cooling tower* tanpa menggunakan *fill* sebesar 3.14 kW pada temperatur air masuk 80°C, sedangkan nilai laju kalor diserap pada *cooling tower* menggunakan *fill* sebesar 2.68 pada temperatur air masuk 80°C.

Perbedaan nilai efektivitas dan nilai laju kalor yang diserap *cooling tower* dengan menggunakan *fill* dan tanpa *fill* dengan melihat gambar grafik 4.2, 4.3, 4.4, 4.5. Hal ini disebabkan oleh penggunaan *fill* dimana *cooling tower* yang menggunakan *fill*, mengakibatkan kalor yang didalam *cooling tower* terhambat oleh *fill* yang mempunyai ukuran lubang yang kecil serta kurangnya *air intake* pada *cooling tower*. Sedangkan untuk *cooling tower* dengan tanpa menggunakan *fill*, kalor yang ada didalam *cooling tower* tidak terhambat oleh *fill* sehingga mudah melepaskan kalor ke lingkungan dengan bantuan *fan* dan meningkatkan efektivitas *cooling tower*. Dari penjelasan diatas dapat kita ketahui nilai efektivitas dan laju kalor yang diserap *cooling tower* menggunakan *fill* akan lebih kecil dibandingkan *cooling tower* tanpa menggunakan *fill*.

5. KESIMPULAN

Dari uraian pembahasan yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Efektivitas *cooling tower* mengalami peningkatan terhadap temperatur air masuk atau berbanding lurus.
2. Efektivitas *cooling tower* tanpa

menggunakan *fill* lebih besar dari pada nilai efektivitas *cooling tower* menggunakan *fill*, hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan, dimana nilai efisinsi *cooling tower* tanpa menggunakan *fill* pada temperatur 80°C sebesar 87,24 %, sedangkan efektivitas *cooling tower* menggunakan *fill* pada temperatur 80°C sebesar 53,62%.

3. Kemampuan *cooling tower* mampu melepaskan kalor ke lingkungan dengan nilai laju kalor *cooling tower* menggunakan *fill* pada temperatur 80°C sebesar 2,68 kW sedangkan nilai laju kalor *cooling tower* tanpa menggunakan *fill* pada temperatur 80°C sebesar 3,14 kW.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Cengel, Yunus A., 1998. **Heat Transfer** Second Edition, Mc Graw Hill International Book Company, New York
- [2]. Cahyono, **Menara Pendingin**: <http://www.energyefficiencyasia.org>, diakses tanggal 2 Mei 2010
- [3]. Paid, Ahmad dan Tonny Siahaan., **Menara Pendingin sebagai Alternatif Sistem Pendingin Kompresor di Gedung 21 PTBN, PTBN BATAN**, Serpong, 2007
- [4]. Perry R. H. and Green D., 1985. **Perry's Chemical Engineers' Hand Book**, Mc Graw Hill International Book Company, New York